

ಗ್ರಹ ವಿಶ್ವಗಳ ಉಗಮ

ಆನಂದ್ ನಾರಾಯಣನ್

ಗಗನ ನೌಕೆಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ನೇರವಾಗಿ ನಾವು ಸರ್ವೇಕ್ಷಣೆ ಮಾಡಿರುವ ವಿಶ್ವದ ಒಂದೇ ಒಂದು ಸ್ಥಳವೆಂದರೆ ಸೌರವ್ಯೂಹ. ಹಲವು ವಿವಿಧ ಜ್ಞಾನ ಶಾಖೆಗಳ ನಡುವಣ ಅನೇಕ ವರ್ಷಗಳ ಸುದೀರ್ಘ ಹಾಗೂ ವಿಸ್ಮಯಕಾರಿ ಸಹಯೋಗಕಾರಿ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಹುಟ್ಟು ಮತ್ತು ನಂತರದ ವಿಕಾಸವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ನಮಗೆ ನೆರವಾಗಿವೆ. ಈ ಲೇಖನವು ಈ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕಥೆಯನ್ನು ನಿರೂಪಿಸುತ್ತಾ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಒಳಗಿನ ಮತ್ತು ಹೊರಗಿನ ಹೊಸ ತಿಳುವಳಿಕೆಗಳು ಹೇಗೆ ಗ್ರಹ ಗ್ರಹ ಮಂಡಲಗಳ ಬಗೆಗಿನ ನಮ್ಮ ಅರಿವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತಾ ಬಂದಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಸಹ ಚರ್ಚಿಸುತ್ತದೆ

ಕೋಟ್ಯಾನುಕೋಟಿ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಮತ್ತು ಅನೇಕ ಸಹಸ್ರ ಕೋಟಿ ತಾರೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ವಿಶಾಲ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ನಾವು ನಿಜಕ್ಕೂ ನಮ್ಮ ವಾಸಸ್ಥಾನವೆಂದು ಕರೆಯಬಹುದಾದ ಒಂದೇ ಒಂದು ಸ್ಥಳವಿದೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಆಶ್ಚರ್ಯಜನಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದಕ್ಕೂ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಈ ಭೂಮಿ ಎಂಬ ಗ್ರಹವು ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಪ್ರಪಂಚ. ಆದರೂ ಈ ಶಿಲಾಪ್ರಪಂಚವು ಒಂದು ವಿಶೇಷ ಸ್ಥಳ. ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವಂತೆ ಜೀವರಾಶಿಗಳನ್ನು ಪೋಷಿಸುವ ಏಕಮಾತ್ರ ಗ್ರಹ ನಮ್ಮ ಭೂಮಿ.

ಈ ಭೂಮಿ ಹೇಗೆ ಅಸ್ತಿತ್ವಕ್ಕೆ ಬಂದಿತೆಂದು ನೀವು ಎಂದಾದರೂ ಕೌತುಕ ಪಟ್ಟಿದ್ದೀರಾ? ಯಾವಾಗ ಹೇಗೆ ಇದು ರೂಪುಗೊಂಡಿತು? ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಹುಟ್ಟಿಗೂ ಮೊದಲು ಏನಿತ್ತು? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳ ಹಿಂದೆ ಇನ್ನೂ ಮೂಲಭೂತವಾದ ಚಿರಂತನ ಹಂಬಲವಿದೆ. ಅದೇ ಈ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ನಾವೊಬ್ಬರೇ ಇದ್ದೇವೆಯೇ ಎಂಬುದು. ಭೂಮಿಯಿಂದಾಚೆಗೆ ಜೀವರಾಶಿಗಳು ಇರಬಹುದೇ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಕುರಿತು ನಾವು ಸದಾ ಚಕಿತರಾಗಿದ್ದೇವೆ. ಈ ಭೂಮಿ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಹಲವಾರು ಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾಗಿದೆಯಷ್ಟೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಸೂರ್ಯ ಕೂಡ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿರುವ ಅಸಂಖ್ಯ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು. ಮತ್ತೊಂದು ನಕ್ಷತ್ರವನ್ನು ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಭೂಮಿಯಂತಹ ಇನ್ನೊಂದು ಗ್ರಹವನ್ನು ಗುರುತಿಸುವ ಸಂಭವನೀಯತೆ ಎಷ್ಟು? ಜೀವಿ ಎನ್ನುವುದು ಒಂದು ಬಾರಿ ಘಟಿಸಿದ ಆಕಸ್ಮಿಕ ಘಟನೆಯೇ, ಅತಿವಿರಳ ಘಟನೆಯೇ ಅಥವಾ ಸರ್ವತ್ರ ಕಾಣುವ ಒಂದು ಘಟನೆಯೇ?

ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಹುಟ್ಟು

ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಹುಟ್ಟು ಬಹಳ ಹಿಂದೆ ಸಂಭವಿಸಿದ ಘಟನೆ. ನಾವು ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಹಿಂದೆ ಸರಿದು ಅದು ಹೇಗೆ ನಡೆಯಿತು ಎಂದು ನೋಡಲಾರೆವು. ಸಂಭವನೀಯ ಗ್ರಹ ಸಂರಚನೆ ಯಾವ ಮಾರ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ಆಗಿದ್ದಿರಬಹುದೆಂದು ಎಚ್ಚರದಿಂದ ಅನುಮಾನಿತ ಸಿದ್ಧಾಂತ ರೂಪಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಹುಟ್ಟಿನ ಬಗೆಗೆ ತಿಳಿಯಲು ನಾವು ಆಶಿಸಬಹುದು. ನಂತರ ನಾವು ನಮ್ಮ ಅನುಮಾನಿತ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಇತರ ಪ್ರಮಾಣಿತ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ತಿಳುವಳಿಕೆಯೊಂದಿಗೆ ತಾಳೆ ಮಾಡಿ ನೋಡಬಹುದು. ಅದೃಷ್ಟವಶಾತ್, ಈ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನಾವೇನೂ ಸಂಪೂರ್ಣ ಅಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಮಾಡಬೇಕಾದ್ದಿಲ್ಲ. ಸ್ವತಃ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ವಿನ್ಯಾಸವೇ ತನ್ನನ್ನು ಕುರಿತ ಮಾಹಿತಿಯ ಬಗೆಗೆ ಬಹುಮುಖ್ಯ ಸುಳಿವುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯ ಉಗಮದ ವಿನ್ಯಾಸಗಳು

ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಎಲ್ಲ ಘಟಕಗಳು ಒಂದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಉಗಮವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಸೂಚಿಸುವಂಥ ಅನೇಕ ಪ್ರಮಾಣಗಳು ಇವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ:

1. ಎಲ್ಲ ಗ್ರಹಗಳು ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಸುತ್ತು ಹಾಕುತ್ತಿವೆ. ಭೂಮಿಯ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವದ ಮೇಲಿನ ಯಾವುದಾದರೂ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ನೋಡಿದಾಗ ಅವೆಲ್ಲವೂ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆಯಾಗಿ (ಬಲದಿಂದ ಎಡಕ್ಕೆ) ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವುದು ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ.

2. ಗ್ರಹಗಳು ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಸುತ್ತು ಹಾಕುವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೇ ಸೂರ್ಯನೂ ಸಹ ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ತಿರುಗುತ್ತಾನೆ. ಇದನ್ನು ಮುಮ್ಮುಖ ಪರಿಭ್ರಮಣೆ ಎನ್ನುವರು.

3. ಎಲ್ಲ ಗ್ರಹಗಳ ಕಕ್ಷೆಗಳು ಮತ್ತು ಬಹುತೇಕ ಕ್ಷುದ್ರ ಕಾಯಗಳ ಕಕ್ಷೆಗಳು ಬಹುಪಾಲು ವೃತ್ತಾಕಾರವಾಗಿಯೇ ಇವೆ.

4. ಎಲ್ಲ ಗ್ರಹ ಕಕ್ಷೆಗಳು ಬಹುತೇಕವಾಗಿ ಒಂದೇ ಸಮತಲದಲ್ಲಿವೆ.

ಒಂದು ವೇಳೆ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಘಟಕಗಳು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಅಸ್ತಿತ್ವಕ್ಕೆ ಬಂದವು ಎಂದು ನಾವು ಭಾವಿಸಿದರೆ, ಆಗ ಮೇಲಿನ ಅಂಶಗಳು ಘಟಿಸುವ ಸಂಭಾವ್ಯತೆ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಸಂಪೂರ್ಣ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಹುಟ್ಟು ಏಕಮೇವ ಘಟನೆಯಿಂದ ಆಗಿದೆ ಎಂದು ಈ ಅಂಶಗಳು ಪ್ರಬಲವಾಗಿ ಸೂಚಿಸುವಂತಿವೆ.

ಸೌರವ್ಯೂಹದ ವಯಸ್ಸು

ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಉಗಮ ವಿಶ್ವದ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಏಕಮೇವ ಘಟನೆಯಾಗಿದ್ದರೆ, ಅದು ಎಷ್ಟು ಕಾಲದ ಹಿಂದೆ ಘಟಿಸಿರಬಹುದು? ಕೇವಲ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿರುವ ಪುರಾತನ ಶಿಲೆಗಳ ವಯಸ್ಸನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕುವುದರ ಮೂಲಕ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರಿಸಲು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದ್ದಾರೆ. ರೇಡಿಯೋ ಮಾಪನ ಕಾಲನಿರ್ಣಯ (Radiometric dating) ಎಂಬ ತಂತ್ರವನ್ನು ಬಳಸಿ ಪುರಾತನ ಶಿಲೆಗಳ ವಯಸ್ಸನ್ನು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಿದಾಗ 4.5 ಶತಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳು ಎಂಬ ಉತ್ತರ ದೊರೆತಿದೆ. (**ಚಿತ್ರ** 1 ನೋಡಿ). ಭೂಮಿಯ ವಿವಿಧ ಸ್ಥಳಗಳಿಂದ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ಉಲ್ಕಾ ಶಿಲೆಗಳ ನಮೂನೆಗಳನ್ನು ರೇಡಿಯೋ ಮಾಪನ ಕಾಲನಿರ್ಣಯಕ್ಕೆ ಒಳಪಡಿಸಿದಾಗ ಅದು ಮೇಲಿನ ಅಂದಾಜನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸಿದೆ. ಅದು ಸಹ ಸರಿ ಸುಮಾರು 4.5 ಶತಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳ ವಯಸ್ಸನ್ನೇ ಸೂಚಿಸುತ್ತಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇವೆಲ್ಲವೂ ಸುಮಾರು 4.5 ಶತಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆಯೇ ಘಟಿಸಿರಬೇಕು ಎಂಬುದು ಸ್ಪಷ್ಟ. ಈ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಥವಾಗುವಂತೆ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಭೂಮಿಯು ರಚಿತವಾದ ಒಂದು ಶತಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳ ನಂತರ ಪ್ರಪ್ರಥಮ ಜೀವರಾಶಿಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡವು, ಹಾಗೂ ಕೆಲವು ಅಂದಾಜಿನ ಪ್ರಕಾರ ಆದಿ ಮಾನವನು ಕೇವಲ 600,000 ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡನು !



ಚಿತ್ರ 1. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ಎರಡು ದಿನಗಳ ನಂತರ ಏಪ್ರಿಲ್ 24, 2012 ರಂದು ಸಂಗ್ರಹಿಸಲಾದ ಉಲ್ಕಾಶಿಲೆಗಳ ಚೂರುಗಳು. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಸಣ್ಣ ಹಾಗೂ ದೊಡ್ಡ ಶಿಲೆಗಳ ತುಂಡುಗಳೇ ಉಲ್ಕಾಶಿಲೆಗಳು. ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಪ್ರಾರಂಭದ ದಿನಗಳ ಕಾಲದಿಂದ ಉಳಿದಿರುವ ವಸ್ತುಗಳಾದ ಇವುಗಳು ಅತಿ ಕೌತುಕಪೂರ್ಣ ವಸ್ತುಗಳಾಗಿವೆ.

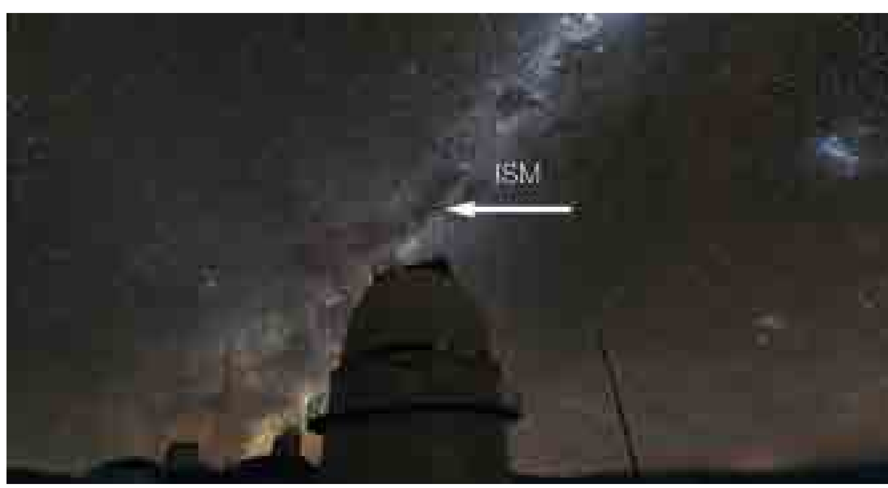
ಕೃಪೆ: © ನಾಸಾ / ಎರಿಕ್ ಜೇಮ್ಸ್

4.5 ಶತಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ

ಸೌರವ್ಯೂಹಕ್ಕೂ ಮುನ್ನ ಏನು ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿತ್ತು? ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ತಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವ ವಾಸ್ತವಾಂಶಗಳು ಹಾಗೂ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳನ್ನು ಗಮನದಲ್ಲಿರಿಸಿಕೊಂಡು ಸುಸಂಗತವಾದ ಒಂದು ಮಾದರಿಯನ್ನು ನಮ್ಮ ಮುಂದಿಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ ನಾವು ನಮ್ಮ ಗಮನವನ್ನು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಂದ ಸರಿಸಿ, ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಅವಕಾಶ(space)ದತ್ತ ಹರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಇರುಳಿನ ಆಕಾಶದತ್ತ ನಾವು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ಮಿನುಗುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಹಾಗೂ ಅವುಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸುವ ಖಾಲಿ ಅವಕಾಶದ ಅಂಧಕಾರವನ್ನು ಕಾಣುವೆವು. ಆದರೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ನಡುವಣ ಜಾಗ ಖಾಲಿ ಅಲ್ಲವೇ ಅಲ್ಲ ! ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ನಡುವಣ ಬಹಳಷ್ಟು ಜಾಗವನ್ನು ಪಸರಿಸಿಕೊಂಡಿರುವ ಅನಿಲ ಹಾಗೂ ಧೂಳಿನ ದೊಡ್ಡ ಪದರಗಳನ್ನು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣುಗಳು ಕಾಣಲಾರವು. ಇದನ್ನು ಅಂತರ್ನಕ್ಷತ್ರೀಯ ಮಾಧ್ಯಮ ಅಥವಾ Interstellar medium or ISM ಎಂದು ಕರೆಯುವರು. **ಚಿತ್ರ 2** ರಲ್ಲಿರುವಂತೆ ದೀರ್ಘ ಒಡ್ಡಿಕೆಯ (long Exposure) ಛಾಯಾ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ISM ಒಂದು ದಪ್ಪನಾದ ಗಾಢ ಪಥದಂತೆ ಗೋಚರವಾಗುವುದು.

ISMನ ಪ್ರಮುಖ ಘಟಕಗಳೆಂದರೆ ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು. ಇವುಗಳೊಂದಿಗೆ ಕಾರ್ಬನ್, ಸಾರಜನಕ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕಗಳಂತಹ ಭಾರವಾದ ಧಾತುಗಳು ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಇರುವುವು. ಇವಲ್ಲದೆ, ಅತಿಸೂಕ್ಷ್ಮ ಧೂಳಿನ ಹರಳುಗಳು ಇರುವುವು. ನಂಬುತ್ತೀರೋ ಇಲ್ಲವೋ, ಈ ಧೂಳಿನ ಕಣಗಳು ಸಹ



ಚಿತ್ರ 2. ಭೂಮಿಯ ದಕ್ಷಿಣಾರ್ಧಗೋಳದ ಒಂದು ಜಾಗದಿಂದ ರಾತ್ರಿಯ ಆಕಾಶದ ದೀರ್ಘಒಡ್ಡಿಕೆಯ (long-exposure) ಒಂದು ಚಿತ್ರ. ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಬೆಳಕಿನ ಚುಕ್ಕೆಗಳಂತೆ ಕಾಣುತ್ತೇವೆ. ಈ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಗಮನಿಸಿದಾಗ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಬೆಳಕನ್ನು ಮರೆಮಾಡುತ್ತಿರುವಂತೆ ಕಾಣುವ ದಟ್ಟ ಕಲೆ ಅಥವಾ ದಟ್ಟ ಪಥಗಳನ್ನು ಸಹ ನಾವು ಕಾಣಬಹುದು. ಅನಿಲ ಹಾಗೂ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಧೂಳಿನ ಕಣಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುವ ಇದನ್ನು ಅಂತರ್‌ನಕ್ಷತ್ರೀಯ ಮಾಧ್ಯಮ (Interstellar medium or ISM) ಎಂದು ಕರೆಯುವರು. ಇದು ನಮ್ಮ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯಲ್ಲಿನ ವಿಶಾಲ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ನಡುವೆ ಹರಡಿಕೊಂಡಿದೆ. ಚಿತ್ರದ ಮುನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಕಾಣುತ್ತಿರುವುದು ಖಗೋಳ ವೀಕ್ಷಣಾಲಯ. ಇಂತಹ ಗಾಢಾಂಧಕಾರದ ಸ್ಥಳಗಳಿಂದ ಮಾತ್ರವೇ ಭೂಮಿಯಿಂದ ISM ಅನ್ನು ಇಂತಹ ಸ್ಪಷ್ಟತೆಯೊಂದಿಗೆ ಚಿತ್ರೀಕರಿಸಬಹುದು.

ಕೃಪೆ: © European Southern Observatory/Z.Bardon. URL: http://phys.org/news/2016-11-magellanic-clouds.html.



ಚಿತ್ರ 3. ನಮ್ಮ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯಲ್ಲಿನ ಒಂದು ಪ್ರದೇಶದ ಸಮೀಪೀಕರಿಸಿದ (zoom-in) ಒಂದು ಛಾಯಾಚಿತ್ರ. ಚದುರಿದಂತಿರುವ ಕಪ್ಪು ಮೋಡವೇ ಅಂತರ್ನಕ್ಷತ್ರೀಯ ಮಾಧ್ಯಮ. ಇದು ಅನಿಲ ಮತ್ತು ಧೂಳಿನಕಣಗಳ ಒಂದು ಮಿಶ್ರಣ. ಇಂತಹ ISM ಮೋಡಗಳು ತಮ್ಮ ಹಿಂದೆ ಇರುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಂದ ಹೊಮ್ಮುವ ಬೆಳಕನ್ನು ಮಸುಕಾಗಿಸುತ್ತವೆ.

ಕೃಪೆ: © ಲೊಕ್‌ಕುನ್‌ಟಾನ್/ starry scapes. URL: http://www.deepsky watch.com/photography/starry-scapes.html.

ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಧೂಳಿನ ಕಣಗಳ ಸಂಯೋಜನೆ ಮತ್ತು ರಚನೆಯನ್ನೇ ಹೋಲುತ್ತವೆ.

ಈ ISM ಅತಿ ವಿರಳವಾಗಿದ್ದು, ಅದರ ಸಾಂದ್ರತೆ ಒಂದು ಘನಸೆಂಟಿಮೀಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪರಮಾಣು ಅಥವಾ ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಅಲ್ಪವೇ. ISM ಬಹಳ ಚದುರಿದಂತ್ತಿದ್ದರೂ ಸಹ ನಮ್ಮ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯ ಒಟ್ಟು ದೃಗ್ಗೋಚರ ದ್ರವ್ಯದ ಶೇಕಡ 15ರಷ್ಟು ಇದರಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಕಾರಣ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಅವಕಾಶ ಅಪಾರ ಹಾಗೂ ಇದರ ಬಹುತೇಕ ಜಾಗವನ್ನು ISM ಆವರಿಸಿಕೊಂಡಿದೆ. ಕೆಲವು ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ISM ಸರಾಸರಿ ಸಾಂದ್ರತೆಗಿಂತ 100–1000 ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಅನಿಲದ ಮೋಡಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನೆಬ್ಯುಲೆ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಅಣುಮೋಡಗಳು (molecular clouds) ಎನ್ನುವ ಅತಿ ಶೈತ್ಯ ಮತ್ತು ಸಾಂದ್ರತೆಯುಳ್ಳ ನೆಬ್ಯುಲಾಗಳು ಹೊಸ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಜನ್ಮ ಸ್ಥಳಗಳಾಗಿವೆ. (**ಚಿತ್ರ 4** ನೋಡಿ)

ಒರಿಯಾನ್ ನೆಬ್ಯುಲದಂತಹ ಸಾಂದ್ರ ಅಂತರನಕ್ಷತ್ರೀಯ ಪ್ರದೇಶಗಳು ನೂರಾರು ಸಾವಿರಾರು ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುವಷ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಬೃಹತ್ ಅನಿಲ ಮೋಡಗಳಾಗಿವೆ. ಪ್ರತ್ಯೇಕ ನಕ್ಷತ್ರದ ಹುಟ್ಟು ವಿಘಟನೆಯ ಮುಖಾಂತರ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಘಟಕದಿಂದ ಸಣ್ಣ ಖಂಡಗಳು ಒಡೆದು ಬೇರೆಯಾಗಿ ನಂತರ ಅವು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ವಿಕಾಸಗೊಳ್ಳುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ವಿಘಟನೆ ಎನ್ನುವರು. ಈ ವಿಘಟನೆಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಆಸಕ್ತಿಯಿಂದ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂತರನಕ್ಷತ್ರೀಯ ನೆಬ್ಯೂಲದೊಳಗೆ ಸ್ಫೋಟಗೊಳ್ಳುವ ನಕ್ಷತ್ರದಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಬಾಹ್ಯ ಆಘಾತ, ನಿಹಾರಿಕೆಯ ಮೂಲಕ ಪ್ರವಹಿಸುವ ಒತ್ತಡ ತರಂಗ ಅಥವಾ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ



(a) (b)

ಚಿತ್ರ 4. ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಹಬಲ್ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪ್‌ನಿಂದ ಸೆರೆ ಹಿಡಿದ ನಕ್ಷತ್ರ–ಸಂರಚನಾ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಛಾಯಾಚಿತ್ರಗಳು (ಎ) ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಒರಿಯಾನ್ ನೆಬ್ಯುಲ, ನಮ್ಮ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತುತ ಹಲವು ನಕ್ಷತ್ರ ಸಂರಚನಾ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು. ಈ ನೆಬ್ಯುಲವನ್ನು ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಆಳವಾಗಿ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಕಾರಣ, ಅದು ನಮಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿದೆ (ಸರಿಸುಮಾರು 1350 ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷಗಳು). ಒರಿಯಾನ್ ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜದತ್ತ ನೀವು ನೋಡಿದರೆ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಮಂದಜ್ವಲನದಂತೆ ಕಾಣಬಹುದು. ಒರಿಯಾನ್ ನೆಬ್ಯುಲ ಸಹಸ್ರಾರು ತಾರೆಗಳಿಗೆ ಜನ್ಮ ನೀಡಲು ಸಾಕಾಗುವಷ್ಟು ಅನಿಲವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಈ ಛಾಯಾಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ನೀವು ಕಾಣುವ ಪ್ರದೇಶ ಕೆಲವು ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿದೆ. (ಬಿ) ನಮ್ಮ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯಲ್ಲಿ NGC 346 ಎನ್ನುವ ನೆಬ್ಯುಲದಲ್ಲಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರಸಂರಚನಾ ಪ್ರದೇಶ. ನೀಲಿ ಹಾಗೂ ಕಪ್ಪು ವರ್ಣದ ಅನಿಲ ಕಂಬಗಳು ದಟ್ಟ ಸಾಂದ್ರತೆಯುಳ್ಳ ISM ಅನಿಲ ಮೋಡಗಳಾಗಿವೆ. ಈ ಚಿತ್ರದ ಮಧ್ಯ ಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಬಹುತೇಕ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಇತ್ತೀಚಿನವುಗಳಾಗಿದ್ದು ಅನಿಲ ಮೋಡಗಳಲ್ಲಿರುವ ಚೂರುಗಳಿಂದ ಉಗಮಗೊಂಡಿವೆ.

Credits: © NASA/ESA/HST.

ದೃಗ್ಗೋಚರ • WFPC2

ಇನ್‌ಫ್ರಾರೆಡ್ • NICMOS



(a) (b)

ಚಿತ್ರ 5. ಒರಿಯಾನ್ ನೆಬ್ಯುಲದ ಒಳಗಿರುವ ಟ್ರಪೀಜಿಯಂ ಕ್ಲಸ್ಟರ್ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನ ಒಂದೇ ಪ್ರದೇಶದ ಎರಡು ಚಿತ್ರಗಳು ಅಂತರನಕ್ಷತ್ರೀಯ ಅನಿಲದ ದೊಡ್ಡ ಕಂಬಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರಗಳು ತೋರಿಸುತ್ತಿವೆ. ನಮ್ಮಿಂದ 1300 ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ದೂರವಿರುವ ಈ ಕ್ಲಸ್ಟರ್‌ನ ಈ ಎರಡು ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಹಬಲ್ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪ್‌ಗೆ ಜೋಡಿಸಿರುವ ಎರಡು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕ್ಯಾಮೆರಾಗಳಿಂದ ಸೆರೆಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. (ಎ) ದೃಗ್ಗೋಚರ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ (ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣುಗಳು ಕಾಣುವ ಬೆಳಕು) ತೆಗೆಯಲಾಗಿರುವ ಈ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕ್ಲಸ್ಟರ್ ಒಳಗೆ ಅನಿಲದ ಕಂಬಗಳನ್ನು ನಾವು ಕಾಣಬಹುದು. ಆದರೆ ದೃಗ್ಗೋಚರ ಬೆಳಕಿನ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ಧೂಳಿನ ಕಣಗಳಿಂದಾಗಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ಚದುರಿ ಹೋಗುವುದರಿಂದ ಈ ಚಿತ್ರವು ನೆಬ್ಯುಲದ ಒಳಗಣ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತಿಲ್ಲ. (ಬಿ) ಹಬಲ್ ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪ್‌ನ ಅವಕೆಂಪು (Infra Red) ಫೋಟಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಬಲ್ಲ ವಿಭಿನ್ನ ಕ್ಯಾಮೆರಾದಿಂದ ತೆಗೆಯಲಾದ ಅದೇ ಪ್ರದೇಶದ ಚಿತ್ರ. ಅವಕೆಂಪು ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ಧೂಳಿನಿಂದ ಅಷ್ಟಾಗಿ ಚದರುವುದಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ ವಿಸ್ತೃತ (ಚದರಿದ) ಅನಿಲ ಮೋಡಗಳ ಮೂಲಕ ಇಣುಕಿ ನೆಬ್ಯುಲಾದ ಒಳಗೆ ಏನಿದೆ ಎಂದು ನಾವು ನೋಡಬಹುದು.

ಕೃಪೆ: © NASA/ESA/HST.

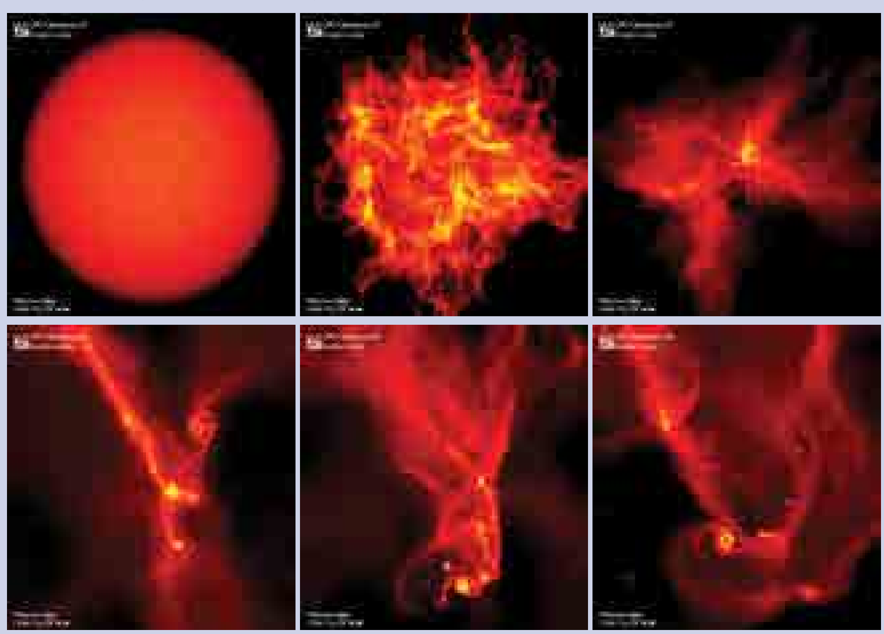
ಪ್ರವಾಹ ಇವೇ ಮುಂತಾದ ಹಲವು ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳು ವಿಘಟನೆಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಪ್ರಚೋದಿಸಬಲ್ಲವು. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳು ಅತಿ ಸಂಕೀರ್ಣವಾಗಿದ್ದು ಅವುಗಳನ್ನು ಸೂಪರ್ ಕಂಪ್ಯೂಟರ್‌ಗಳ ನೆರವಿನಿಂದ ಮಾತ್ರ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಒರಿಯಾನ್ ನೆಬ್ಯುಲಾದಲ್ಲಿನ (**ಚಿತ್ರ 7** ನೋಡಿ) ನವಜಾತ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಂತೆ, ಬಹುಶಃ ನಮ್ಮ ಸೂರ್ಯನೂ 5 ಶತಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ನೆಬ್ಯುಲದಲ್ಲಿ ಸಣ್ಣ ತುಣುಕಿನಿಂದ ರಚಿತವಾಗಿರಬೇಕು. ಈ ತುಣುಕನ್ನು 'ಸೌರಪೂರ್ವ ನೆಬ್ಯುಲ' (Presolar Nebula) ಎಂದು ಕರೆಯೋಣ. ತುಣುಕಾಗಿ ಬೇರ್ಪಟ್ಟ ನಂತರ ಸೌರಪೂರ್ವ ನೆಬ್ಯುಲ ತನ್ನದೇ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದಾಗಿ ಕುಸಿಯುತ್ತಾ ಪ್ರತಿ ಹಂತದಲ್ಲಿಯೂ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಕುಗ್ಗುತ್ತಾ ಬಂದಿತು.

ಹೀಗೆಯೇ ಕುಸಿಯುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ಸೌರಪೂರ್ವ ನೆಬ್ಯುಲದ ತಾಪಮಾನ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋಯಿತು. ಕಾರಣ, ಕುಸಿಯುತ್ತಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿ ಮೊದಲು ಚಲನಶಕ್ತಿಯಾಗಿ (Kinetic Energy) ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಂಡು ನಂತರ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುತ್ತದೆ. ಕುಸಿಯುತ್ತಿರುವ ನೆಬ್ಯುಲದ ಬಹುಪಾಲು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಸಾಂದ್ರವಾಗಿರುವ ಅದರ ಕೇಂದ್ರ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಧಿಕ ಉಷ್ಣತೆಯಿರುತ್ತದೆ (**ಚಿತ್ರ 8** ನೋಡಿ).

ಬಾಕ್ಸ್ 1. ಸೂಪರ್ ಕಂಪ್ಯೂಟರ್ ಅನುಕರಣೆಯಿಂದ ತೆಗೆದ ಅನುಕ್ರಮ ಚಿಟಿಕೆ ಛಾಯಾಚಿತ್ರಗಳು (Snapshot)

ಗ್ರಹ ಮಂಡಲಗಳ ಹುಟ್ಟಿನಂಥ ಅತಿ ನಿಧಾನಗತಿಯ ಆದರೆ ಅತಿ ಸಂಕೀರ್ಣ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಅನುಕರಿಸಲು ಸೂಪರ್ ಕಂಪ್ಯೂಟರ್‌ಗಳು ನೆರವಾಗುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಘಟನೆಗಳ ಅನುಕ್ರಮವನ್ನು ಅತಿ ತೀವ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಗುವುದನ್ನು ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಹೇಗೆಂದರೆ ಚಲನ ಚಿತ್ರವೊಂದನ್ನು ವೇಗವಾಗಿ ಮುನ್ನಡೆಸಿ ನೋಡಿದಂತೆ.



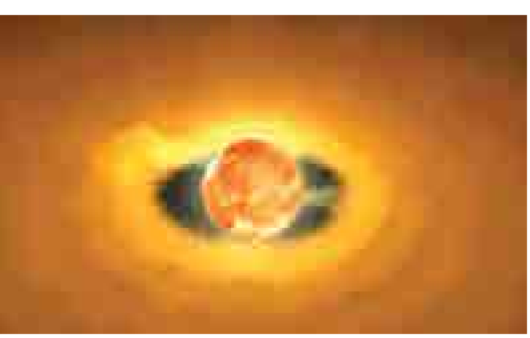
ಚಿತ್ರ 6. ನಕ್ಷತ್ರ ಸಂರಚನೆ ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ನೆಬ್ಯುಲದ ಸೂಪರ್ ಕಂಪ್ಯೂಟರ್ ಅನುಕರಣೆ. ಈ ಅನುಕರಣೆಯು ದೈತ್ಯಕಾರದ ಗೋಳೀಯ ನೆಬ್ಯುಲಾವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಆರಂಭವಾಗುತ್ತದೆ. ನಂತರ ಇದು ಏಕರೂಪವಲ್ಲದ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧತೆಯನ್ನು ಈ ಅನಿಲ ಮೋಡಕ್ಕೆ ಸೇರಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳು ನಿಧಾನವಾಗಿ ಒಡೆದು ಕುಸಿಯುತ್ತವೆ. ಈ ವಿಘಟನಾ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ನೆಬ್ಯುಲಾದ ಆಕಾರವನ್ನು ಬದಲಿಸುತ್ತಾ ತಂತು ರೂಪದ ರಚನೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿರುವ ಚೂರುಗಳು ಹಾಗೆಯೇ ಕುಸಿಯುತ್ತಾ ಹೋಗಿ ಕಡೆಗೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಾಗಿ ರಚಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ನೀವು ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಸಂಪೂರ್ಣ ಚಲನಚಿತ್ರವನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದು. https://www.youtube.com/watch?v=YbdwTwB8jtc

ಕೃಪೆ: © Mathew Batte, University of Exeter.



ಚಿತ್ರ 7. ಒರಿಯಾನ್ ನೆಬ್ಯುಲಾದೊಳಗೆ ತಮ್ಮದೇ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದಾಗಿ ಕುಸಿಯುತ್ತಿರುವ ತುಣುಕುಗಳು : ಹಬಲ್ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪ್‌ನಿಂದ ಈ ಚಿತ್ರ ಒರಿಯಾನ್ ನೆಬ್ಯುಲಾದ ಒಳಗಿನ ಒಂದು ಮೋಡದೊಳಗೆ ಹುದುಗಿರುವ ಹಲವಾರು ತುಣುಕುಗಳನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ತುಣುಕು ತನ್ನದೇ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಕುಸಿಯಲು ಪ್ರಾರಂಭಗೊಂಡಿದ್ದು ಒಂದು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸಂರಚನೆಯತ್ತ ಸಾಗುತ್ತಲಿದೆ. ನಮ್ಮ ಸೌರವ್ಯೂಹವೂ ಕೂಡ ಇದೇ ರೀತಿಯ ಒಂದು ತುಣುಕಿನಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭಗೊಂಡು ರಚಿತಗೊಂಡಿರುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿದೆ.
ಕೃಪೆ: © STScI/NASA and ESA

ಈ ಅನಿಲದ ಚೆಂಡೇ ಮುಂದೆ ಸೂರ್ಯನಾಗಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳಲಿದೆ, ಆದರೆ ತಕ್ಷಣವೇ ಅಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಬೈಜಿಕ ಸಮ್ಮಿಳನ (ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಫ್ಯೂಷನ್) ಕ್ರಿಯೆ ಅದರ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ನಡೆಯಲು ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳು ಅನುಕೂಲಕರವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇಂತಹ ಅರಳುತ್ತಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಆದ್ಯನಕ್ಷತ್ರಗಳು (ಪ್ರೊಟೊಸ್ಟಾರ್) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಬೈಜಿಕ ಸಮ್ಮಿಳನ ಕ್ರಿಯೆ ಇನ್ನೂ ಆರಂಭವಾಗಿಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯ ಪರಿವರ್ತನೆ ಪೂರ್ವ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಪ್ರಜ್ವಲಗೊಳಿಸಲು ಸಾಕಷ್ಟು ಇದ್ದಿರಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 8. ತನ್ನ ಸಂರಚನೆಯಾದ ನಂತರ ನವಜಾತ ಸೂರ್ಯನು ಹೇಗೆ ಕಾಣುತ್ತಿದ್ದಿರಬಹುದು ಎಂಬುದರ ಓರ್ವ ಕಲಾಕಾರನ ಕಲ್ಪನೆ. ಪ್ರಾರಂಭಿಕ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಪ್ರಕಾಶ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯು ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಯಾಗುವುದರಿಂದ ಉಂಟಾಗಿದ್ದಿರಬಹುದು. ಸೂರ್ಯನ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಸಾಂದ್ರತೆ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತೆ ಅತ್ಯಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣಗಳನ್ನು ತಲುಪಿದಾಗ ದಶಲಕ್ಷ ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚು ವರ್ಷಗಳ ನಂತರವೇ ಬೈಜಿಕ ಸಮ್ಮಿಳನ ಕ್ರಿಯೆ ಪ್ರಾರಂಭಗೊಂಡಿದ್ದಿರಬಹುದು.

ಕೃಪೆ: © NASA Goddard Media Studios.

ಗ್ರಹಪೂರ್ವ ತಟ್ಟೆಗಳು – ಗ್ರಹರಚನೆಯ ಒಂದು ಪ್ರಮುಖ ಮೈಲಿಗಲ್ಲು

ಪ್ರಸ್ತುತವಿರುವ ಗ್ರಹ ಸಂರಚನೆಯ ಮಾದರಿಯ ಪ್ರಕಾರ ಪೂರ್ವ ಸೂರ್ಯನು ಜನ್ಮ ತಳೆದಂತೆ ಅವನ ಸುತ್ತಲೂ ಒಂದು ಕುತೂಹಲ ಜನಕ ಘಟನೆ ಜರುಗಿತು. ಕುಸಿಯುತ್ತಿರುವ ನೆಬ್ಯುಲಾದ ತಟ್ಟೆಯ ಒಂದು ಭಾಗ ಚಪ್ಪಟೆ ಆಕಾರ ತಳೆದು ಪೂರ್ವ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ಭೌತದ್ರವ್ಯದಿಂದಾದ ದಪ್ಪ ತಟ್ಟೆಯೊಂದು ರಚನೆಗೊಂಡಿತು. ಈ ಭೌತದ್ರವ್ಯದಿಂದಾದ ತಟ್ಟೆಯನ್ನು ಪರಿನಕ್ಷತ್ರೀಯ ತಟ್ಟೆ (circumstellar disk) (ಅಂದರೆ ನಕ್ಷತ್ರವನ್ನು ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ತಟ್ಟೆ) ಅಥವಾ ಪ್ರೊಟೊ ಪ್ಲಾನೆಟರಿ ಡಿಸ್ಕ್ (ಅಂದರೆ ಗ್ರಹವೊಂದು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆ **ಪೂರ್ವಭಾವಿಯಾಗಿರುವ ಒಂದು ತಟ್ಟೆ**) ಎಂದು ಕರೆಯುವರು.

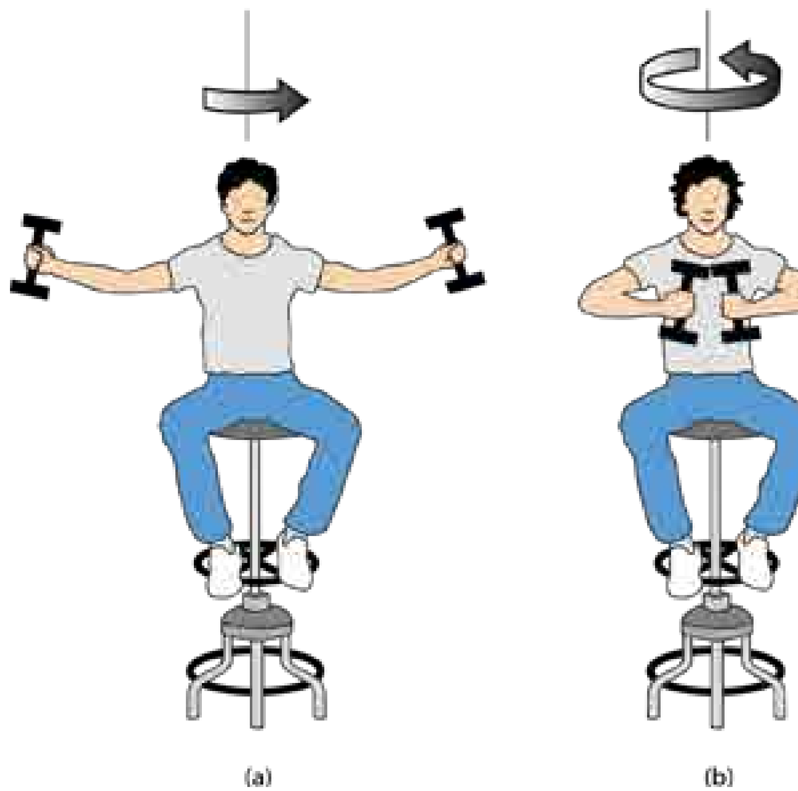
ವ್ಯೂಹದ ಕೋನೀಯ ಆವೇಗವನ್ನು ಸಂರಕ್ಷಿಸುವ ಅಗತ್ಯದ ಫಲವಾಗಿ ಈ ತಟ್ಟೆ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಕೋನೀಯ ಆವೇಗದ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ನಿಯಮ ಬಹಳ ಸರಳ. ಪ್ರತಿನಿತ್ಯವೂ ನಮ್ಮ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಅನುಭವಿಸುತ್ತಿರುತ್ತೇವೆ. ನೀವು ಎಂದಾದರೂ ತಿರುಗುವ ಕುರ್ಚಿಯ ಮೇಲೆ ಕುಳಿತಿರುವಿರಾ? ಮುಂದಿನ ಬಾರಿ ನೀವು ಕುಳಿತಾಗ, ನಿಮ್ಮ ಸ್ನೇಹಿತನಿಗೆ ಕುರ್ಚಿಯನ್ನು ತಿರುಗಿಸುವಂತೆ ಹೇಳಿ. ನಿಮ್ಮ ಕೈಗಳನ್ನು ಹೊರಚಾಚಿ (**ಚಿತ್ರ 10** ನೋಡಿ), ಬೇಕಾದರೆ ನಿಮ್ಮ ಕಾಲುಗಳನ್ನೂ ಹೊರಚಾಚಬಹುದು. ಕೆಲವು ಸುತ್ತುಗಳ ನಂತರ ನಿಮ್ಮ ಕೈಕಾಲುಗಳನ್ನು ಒಳಕ್ಕೆ ಸೆಳೆದುಕೊಳ್ಳಿ. ಈ ರೀತಿ ಪುನರಾವರ್ತಿಸಿ. ಆಗ ಭ್ರಮಣದ ವೇಗ ಏನಾಗುವುದು ಎಂದು ಗಮನಿಸಿ.

ಸೌರಪೂರ್ವ ನೆಬ್ಯುಲ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕದಾದಾಗ, ಅದು ಹೆಚ್ಚು ವೇಗವಾಗಿ ತಿರುಗಲಾರಂಭಿಸಿತು. ಹೀಗೆ ಭ್ರಮಣದ ವೇಗ ಹೆಚ್ಚಾದ್ದರಿಂದ ಸಂಪೂರ್ಣ ಮೋಡವು ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೊಸನ್ ಆಗಿ ಕುಸಿಯಲಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ ಮೋಡದ ಕೆಲಭಾಗ ಪರಿನಕ್ಷತ್ರೀಯ ತಟ್ಟೆಯಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಿತು. ಒಂದು ಅಂದಾಜಿನ ಪ್ರಕಾರ ಕುಸಿಯುತ್ತಿರುವ ನೆಬ್ಯುಲಾದ ಸುಮಾರು 99% ಭಾಗ ಸೂರ್ಯನೊಳಗೆ ಸೇರಿಕೊಂಡಿರಬೇಕು



ಚಿತ್ರ 9. ಆಗತಾನೆ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರದ ಸುತ್ತಲೂ ಇರುವ ಗ್ರಹಪೂರ್ವ ತಟ್ಟೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ಕಲಾಕಾರನೊಬ್ಬನ ಕಲ್ಪನೆ.

ಕೃಪೆ: © NASA/JPL – Catech.URL : https :// www.flickr.com / Photos/nasablueshift/76100340044. License:CC-BY.



ಚಿತ್ರ 10. ತಿರುಗುವ ಕುರ್ಚಿಯ ಮೇಲಿನ ಗಿರಕಿ – ಕೋನೀಯ ಆವೇಗ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ನಿಯಮದ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ. ನಿಮ್ಮ ತೂಕವು ಹರಡಿದಾಗ ನಿಮ್ಮ ತಿರುಗುವಿಕೆಯೂ ಮಂದಗತಿಯಾಗುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸುವಿರಿ. ನಿಮ್ಮ ಕೈಕಾಲುಗಳನ್ನು ಒಳಸೆಳೆದು ಕುಗ್ಗಿಸಿಕೊಂಡಾಗ ನೀವು ತಿರುಗುವ ವೇಗ ಸಹಜವಾಗಿಯೇ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದು. ಒಂದು ವ್ಯೂಹ ಅಥವಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಕೋನೀಯ ಆವೇಗವು – ಅಂದರೆ ವ್ಯೂಹದೊಳಗೆ ದ್ರವ್ಯ ರಾಶಿಯು ವಿತರಣೆಗೊಂಡಿರುವ ಬಗೆ ಮತ್ತು ಅದರ ಭ್ರಮಣ ವೇಗಗಳ (ಕೋನೀಯ ವೇಗ ಎಂದೂ ಕರೆಯುವರು) ಗುಣಲಬ್ಧ–ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿರುವುದು ಎಂದು ಕೋನೀಯ ಆವೇಗದ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ನಿಯಮವು ನಮಗೆ ತಿಳಿಸಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಒಂದು ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಹೆಚ್ಚು ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿದರೆ ಅದು ಹೆಚ್ಚು ವೇಗವಾಗಿ ತಿರುಗುವುದು. ಈ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ತಿಳಿಸಿಕೊಡುವ ಪ್ರಾತ್ಯಕ್ಷಿಕೆಯನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದು: http://www.youtube.com/watch?v=eMH07Tghso

ಹಾಗೂ ಉಳಿದ 1% ಮಾತ್ರ ತಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ ನೆಲೆಗೊಂಡಿರಬೇಕು. ಈ 1% ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಗ್ರಹಗಳ ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ಉಪಗ್ರಹಗಳ, ಕ್ಷುದ್ರಗ್ರಹಗಳ ಮತ್ತು ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿ ನಾವು ಏನೆಲ್ಲಾ ಕಾಣುವೆವೋ ಅವೆಲ್ಲದರ ಸಂರಚನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ.

ತಟ್ಟೆಗಳಿಂದ ಗ್ರಹಗಳತ್ತ – ನಿರ್ಣಾಯಕವಾದ ಕೆಲವು ದಶಕೋಟಿಗಟ್ಟಲೆ ವರ್ಷಗಳು

ಮರಳಿನ ಗಾತ್ರದ ಕಣಗಳನ್ನು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸೇರಿಸುತ್ತಾ ಭೂಮಿ ಅಥವಾ ಗುರುಗ್ರಹದಷ್ಟು ಗಾತ್ರದ ಒಂದು ಸಂಪೂರ್ಣ ಗ್ರಹವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುತ್ತಿರುವಿರಿ ಎಂದು ಭಾವಿಸಿರಿ. ಇದು ಅರ್ಥಶೂನ್ಯ ಮತ್ತು ಅಸಂಭಾವ್ಯವಾದದ್ದು ಎಂದು ಅನ್ನಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ, ನಮ್ಮ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಆಗಿರಬಹುದಾದದ್ದು ಇದೇ ಎಂದು ತೋರುತ್ತದೆ. ತಿರುಗುತ್ತಿರುವ ಅನಿಲ ಮತ್ತು ಧೂಳು ಯುವ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಗ್ರಹಗಳಾಗಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವಿಕೆ ಒಂದು ಮಂದಗತಿಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ. ಆ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಮುಕ್ತಾಯವಾಗಲು ಹಲವು ದಶಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳೇ ಹಿಡಿದಿವೆ. ಈ ವರ್ಷಗಳು ಬಹುಶಃ ಬಹು ಕೌತುಕ ಪೂರ್ಣವಾಗಿಯೇ ಇದ್ದಿರಬೇಕು. ಏಕೆಂದರೆ ಘಟನೆಗಳು ವಿಭಿನ್ನ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಜರುಗಲು ಸಾಕಷ್ಟು ಮಾರ್ಗಗಳು ಇದ್ದುವಲ್ಲದೆ ಅದರಿಂದ ಗ್ರಹಗಳ ಸಂರಚನೆ ಮತ್ತು ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ದೀರ್ಘಕಾಲಿಕ ಸ್ಥಿರತೆಗಳು ನಿಧಾನಗೊಳ್ಳುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯೂ ಇತ್ತು.

ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಜರುಗಿದ ಘಟನಾವಳಿಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯದೆಂದರೆ ತಿರುಗುತ್ತಿರುವ ಗ್ರಹಪೂರ್ವ ತಟ್ಟೆಗಳಲ್ಲಿನ ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ಮಂದಗತಿಯ ಸಾಂದ್ರೀಕರಣ, ತತ್ಫಲವಾಗಿ ಕೆಲವು ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು ಗಾತ್ರದ ಸಣ್ಣ ಗಡ್ಡೆಗಳ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವಿಕೆ. ಇವು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಎದುರುಗೊಂಡಾಗ ಈ ಗಡ್ಡೆಗಳು ಸ್ಥಾಯೀವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ (Electrostatic force) ಯಿಂದಾಗಿ ಪರಸ್ಪರ ಅಂಟಿಕೊಂಡವು (**ಬಾಕ್ಸ್ 3** ನೋಡಿ). ಗಡ್ಡೆಗಳು ಹಲವು ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಗಾತ್ರದ ಶಿಲೆಗಳಾಗಿ ಬೆಳೆದಾಗ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದಾಗಿ ಸಣ್ಣಶಿಲೆಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಭೌತದ್ರವ್ಯವನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಂಡು ಕ್ರಮೇಣ ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಬೆಳೆದವು. ಹೀಗೆ ಸಣ್ಣ ವಸ್ತುಗಳು ಒಂದು ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗಿ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಕಲಿತಗೊಂಡು ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಬೆಳೆಯುವುದಕ್ಕೆ ಸಂಚಯನ (accretion) ಎನ್ನುವರು. ನಿಮ್ಮ ಮನೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಈ ಸಂಚಯನದ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಪೀಠೋಪಕರಣಗಳ ಅಥವಾ ಗೋಡೆಗಳ ಮೂಲೆಗಳನ್ನು, ಅಂಚುಗಳನ್ನು ನಿಯಮಿತವಾಗಿ ಶುದ್ಧಿಗೊಳಿಸದಿದ್ದಾಗ ಈ ಧೂಳು ಅಂತಹ ಜಾಗಗಳಲ್ಲಿ

ಬಾಕ್ಸ್ 2. ಚಟುವಟಿಕೆಯ ವಲಯ: ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿಂದ ಸುವ್ಯವಸ್ಥೆ

ಪರಿನಕ್ಷತ್ರೀಯತಟ್ಟೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಆದ್ಯ ನಕ್ಷತ್ರದ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವಿಕೆ ಒಂದು ನಿಧಾನಗತಿಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಾಗಿದ್ದು ಹಲವು ದಶಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ಕಾಲವೇ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಆಶ್ಚರ್ಯಕರವೂ, ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷ ಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವೂ ಎನಿಸುವ ಅಂಶವೆಂದರೆ ನೆಬ್ಯುಲದಲ್ಲಿನ ಅನಿಲದ ತುಂಡುಗಳ ಆಕಾರ ಅಥವಾ ಗಾತ್ರ ಏನೇ ಇರಲಿ, ಅದು ತಂತಾನೆ ಕುಸಿದ ಕೆಲವು ದಶಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳ ನಂತರ, ಅದು ತನ್ನ ಆಕಾರವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತದೆ. ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ತಟ್ಟೆಯ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಅದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಪರಿಭ್ರಮಿಸುತ್ತಿರುವ ಅನಿಲದ ದೊಡ್ಡ ಮುದ್ದೆಯಂತೆ ಇರುತ್ತದೆ ಇದರ ಹೊಸ ಆಕಾರ. ಇದು ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿಂದ ಸುವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ.

ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಇದೇ ರೀತಿಯ ಘಟನೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಬೇಕಾದರೆ ಈ ಸರಳ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳಿರಿ. ಒಂದು ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಅದರಲ್ಲಿ ಬಣ್ಣದ ಪುಡಿಯನ್ನೋ ಅಥವಾ ಅರಿಶಿನವನ್ನೋ ಹಾಕಿ ಯಾದೃಚ್ಛಿಕವಾಗಿ ಕಲಕಿ, ಕೆಲವು ಸೆಕೆಂಡುಗಳು ಹಾಗೆಯೇ ಬಿಡಿ. ನೀರನ್ನು ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕಲಕಿದರೂ ಪುಡಿಯು ಬಹುತೇಕ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ದಿಕ್ಕಿನ ಮಂದಗತಿಯ ಭ್ರಮಣೆಯಲ್ಲಿ ನೆಲೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸೇರಿ ಚೆಂಡಿನಂತಾಗಿರುತ್ತವೆ. (**ಚಿತ್ರ** 11 ನೋಡಿ) ಇದು ಸಂಚಯನದ – ಅಂದರೆ ಒಂದು ಶಕ್ತಿಗೆ ಒಳಗಾಗಿ ಸಣ್ಣ ವಸ್ತುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಕಲಿತಗೊಂಡು ದೊಡ್ಡದಾಗುವುದು – ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ.

ಸಂಚಯನದಿಂದ ರೂಪಗೊಂಡ ಶಿಲೆಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮಗ್ರಹಗಳು (ಅತಿ ಸಣ್ಣ ಗ್ರಹಗಳು) (Planetesimal) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಸೂಕ್ಷ್ಮಗ್ರಹಗಳು ಗ್ರಹಗಳಲ್ಲ. ಸಾಂದ್ರೀಕರಣಗೊಂಡ ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ಮೊರೆಯಂತೆ ಅವನ್ನು ಭಾವಿಸಬಹುದಲ್ಲದೆ ಅವು ಕ್ರಮೇಣ ಅಧಿಕ ದ್ರವ್ಯವನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸುತ್ತಾ ಮುಂದೊಂದು ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಗಳಾಗಬಹುದು ಎಂದು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಘನೀಕೃತ ಸೂಕ್ಷ್ಮಗ್ರಹಗಳಾಗಿ ಸಾಂದ್ರೀಕರಣಗೊಳ್ಳಬಹುದಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ವಿಧವು ಗ್ರಹಪೂರ್ವತಟ್ಟೆಯ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಬಹಳವಾಗಿ ಅವಲಂಬಿಸಿತ್ತು. ಗ್ರಹಪೂರ್ವ ತಟ್ಟೆಯ ಯಾವುದೇ ಭಾಗದ ಉಷ್ಣತೆಯು ಕೇಂದ್ರ ಆದ್ಯ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ತನಗಿರುವ ಅಂತರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿತ್ತು. ಗ್ರಹಪೂರ್ವ ತಟ್ಟೆಯ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ತಾಪಮಾನವು ಸೂರ್ಯನ ತಾಪದಿಂದಾಗಿ ಅಧಿಕತಮವಾಗಿತ್ತಾದರೂ ಅದು ಗ್ರಹ ಪೂರ್ವ ತಟ್ಟೆಯ ಮಧ್ಯದಿಂದ ಆರಂಭವಾಗಿ ಅದರ ಅಂಚಿನ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಮಂದಗತಿಯಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಬಂದಿತು. (**ಚಿತ್ರ** 12 ನೋಡಿ)

ಗ್ರಹಪೂರ್ವ ತಟ್ಟೆಗಳ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವಿಕೆ ಮತ್ತು ವಿಕಾಸದ ಬಗೆಗೆ ಅಧ್ಯಯನ ಕೈಗೊಳ್ಳುವ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹಿಮರೇಖೆ (Frost line) ಯ ಬಗೆಗೆ ಮಾತನಾಡುತ್ತಾರೆ. ಬಾಷ್ಪಶೀಲ (Volatile) ಸಂಯುಕ್ತಗಳಾದ ನೀರು ಮುಂತಾದುವುಗಳು ಹಿಮರೇಖೆ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುವ ಸೀಮೆಯಿಂದಾಚೆ ಘನರೂಪದಲ್ಲಿರಲು ಸಾಧ್ಯ. ಈ ಹಿಮರೇಖೆಗಿಂತ ಈಚೆಗೆ ಈ ಬಾಷ್ಪಶೀಲ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ತಮ್ಮ ಆವಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಇರಲು ಸಾಧ್ಯ. ನೀರು ಮತ್ತು ಮಿಥೇನ್ ಹಾಗೂ ಅಮೋನಿಯಾಗಳಂಥ ಜಲಜನಕ ಆಧಾರಿತ ಹಲವು ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಅಂದಾಜು 220K ತಾಪಮಾನದಲ್ಲಿ ಘನರೂಪದಿಂದ ಆವಿಯ ರೂಪಕ್ಕೆ ಸಂಕ್ರಮಿಸುತ್ತವೆ. ವಿವಿಧ ಬಾಷ್ಪಶೀಲ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕರಗುವ ಬಿಂದುಗಳನ್ನು(Melting point) ಹೊಂದಿರುವುದರಿಂದ ಈ ಹಿಮರೇಖೆಯು ಒಂದು ವಲಯವೇ ಹೊರತು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೇಖೆಯಲ್ಲ. ಇಂದಿನ ನಮ್ಮ ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿ ಹಿಮರೇಖೆಯು ಮಂಗಳ ಗ್ರಹ ಮತ್ತು ಗುರುಗ್ರಹಗಳ ಕಕ್ಷೆಗಳ ನಡುವೆ ನೆಲೆಗೊಂಡಿದೆ. ಬಹಳ ಕಾಲದ ಹಿಂದೆ ಸೂರ್ಯನು ಅಷ್ಟೊಂದು ಪ್ರಖರವಾಗಿ ಇಲ್ಲದಿದ್ದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಹಿಮರೇಖೆಯು ಇನ್ನೂ ಹತ್ತಿರವಿದ್ದಿರಬೇಕು.

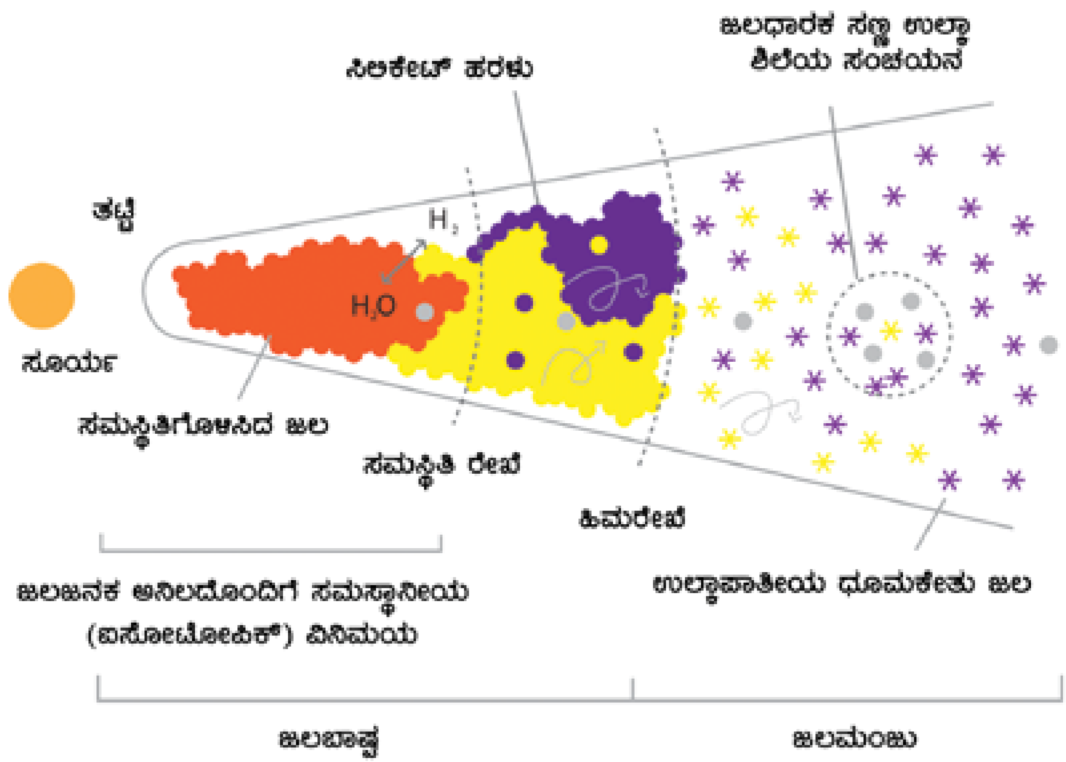


ಚಿತ್ರ 11. ನಮ್ಮ ಮನೆಗಳಲ್ಲಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವ ಧೂಳಿನ ಚೆಂಡುಗಳು (dust bunnies) ಎಂದೂ ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಸಂಚಯನದ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ.
ಕೃಪೆ: ಜೆಲ್ಲಾಲುನ URL : https :// www.flickr.com / Photos/90859240@Noo/3920518005.License:CC-BY

ಹಿಮರೇಖೆಯ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಅಧಿಕ ತಾಪಮಾನದ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ (500K – 1500K) ಬಾಷ್ಪಶೀಲವಲ್ಲದ ವಸ್ತುಗಳು ಅಂದರೆ ಸಿಲಿಕೇಟ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಕಬ್ಬಿಣ, ನಿಕ್ಕಲ್ ಹಾಗೂ ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಂಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟ ಲೋಹ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಗಡುಸು ಹರಳುಗಳಾಗಿ ಸಾಂದ್ರೀಕರಣಗೊಂಡವು. ಈ ಗಡುಸು ಹರಳುಗಳು ಮೊದಲು ಶಿಲಾಸೂಕ್ಷ್ಮಗ್ರಹಗಳಾಗಿ ಬೆಳೆದು ನಂತರ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಒಳಗಿನ ಗಟ್ಟಿಯಾದ ಗ್ರಹಗಳಾಗಿ ರೂಪಗೊಂಡವು (ಅಂದರೆ, ಬುಧ, ಶುಕ್ರ, ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಮಂಗಳ). ಹಿಮರೇಖೆಯಿಂದಾಚೆಗೆ ಜಲಜನಕದ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಹರಳಿನ ರೂಪದ ಮಂಜಾಗಿ ಸಾಂದ್ರೀಕರಣಗೊಂಡವು. ಸಿಲಿಕೇಟ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಲೋಹಗಳು ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಹೊರಗಡೆಯಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿದ್ದವು. ಆದರೆ ಜಲಜನಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಇವುಗಳಿಗಿಂತ ಅಧಿಕವಾದವು. ಹೀಗೆ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಹೊರವಲಯದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಗ್ರಹಗಳು ಮೂಲತಃ

ಬಾಕ್ಸ್ 3. ಯಾವ ಬಲವು ಧೂಳಿನ ಕಣಗಳಿಂದ ಗ್ರಹಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಆರಂಭಗೊಳಿಸಿದ್ದಿರಬಹುದು?

ಸಾಮಾನ್ಯ ಊಹೆ ಎಂದರೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಬಲ. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಸಂರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸಿತಾದರೂ ಗ್ರಹಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಶುರುಮಾಡಿದ ಮೊದಲ ಹಾಗೂ ಪ್ರಬಲ ನಿರ್ಣಾಯಕ ಶಕ್ತಿಯೇನೂ ಆಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಗ್ರಹಪೂರ್ವ ತಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿನ ಸಣ್ಣ ಧೂಳಿನ ಕಣಗಳು ಎಷ್ಟು ಸೂಕ್ಷ್ಮವೂ, ಹಗುರವೂ ಆಗಿದ್ದವೆಂದರೆ ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ ನಗಣ್ಯವೇ. ಉಣ್ಣೆ ಅಥವಾ ಹತ್ತಿಯ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಉಜ್ಜಿದ ಬಲೂನು ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಗೋಡೆಗೆ ಅಂಟಿಕೊಳ್ಳುವುದನ್ನು ನೀವು ಎಂದಾದರೂ ನೋಡಿರುವಿರಾ? ಅಥವಾ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಉಜ್ಜಿದ ಸ್ಕೇಲನ್ನು ನಿಮ್ಮ ಕೂದಲುಗಳ ಹತ್ತಿರಕ್ಕೆ ತಂದಾಗ ಅವು ಎದ್ದು ನಿಲ್ಲುವುದನ್ನು ನೀವು ಗಮನಿಸಿದ್ದೀರಾ? ಈ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಆಕರ್ಷಕ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತಿರುವುದು ಸ್ಥಾಯಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿ ಅಂದರೆ ಶಕ್ತಿ ಸಂಚಿತ ಕಣಗಳ ನಡುವಣ ಶಕ್ತಿ. ಇದೇ ಸ್ಥಾಯಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯು ಗ್ರಹಪೂರ್ವ ತಟ್ಟೆ ಯಲ್ಲಿರುವ ಸಣ್ಣ ಕಣಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಗಡ್ಡೆಗಳನ್ನು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಅಂಟಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡಿ ಅವು ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ದೊಡ್ಡದಾಗುವಂತೆ ಪ್ರಚೋದಿಸುವುದು.



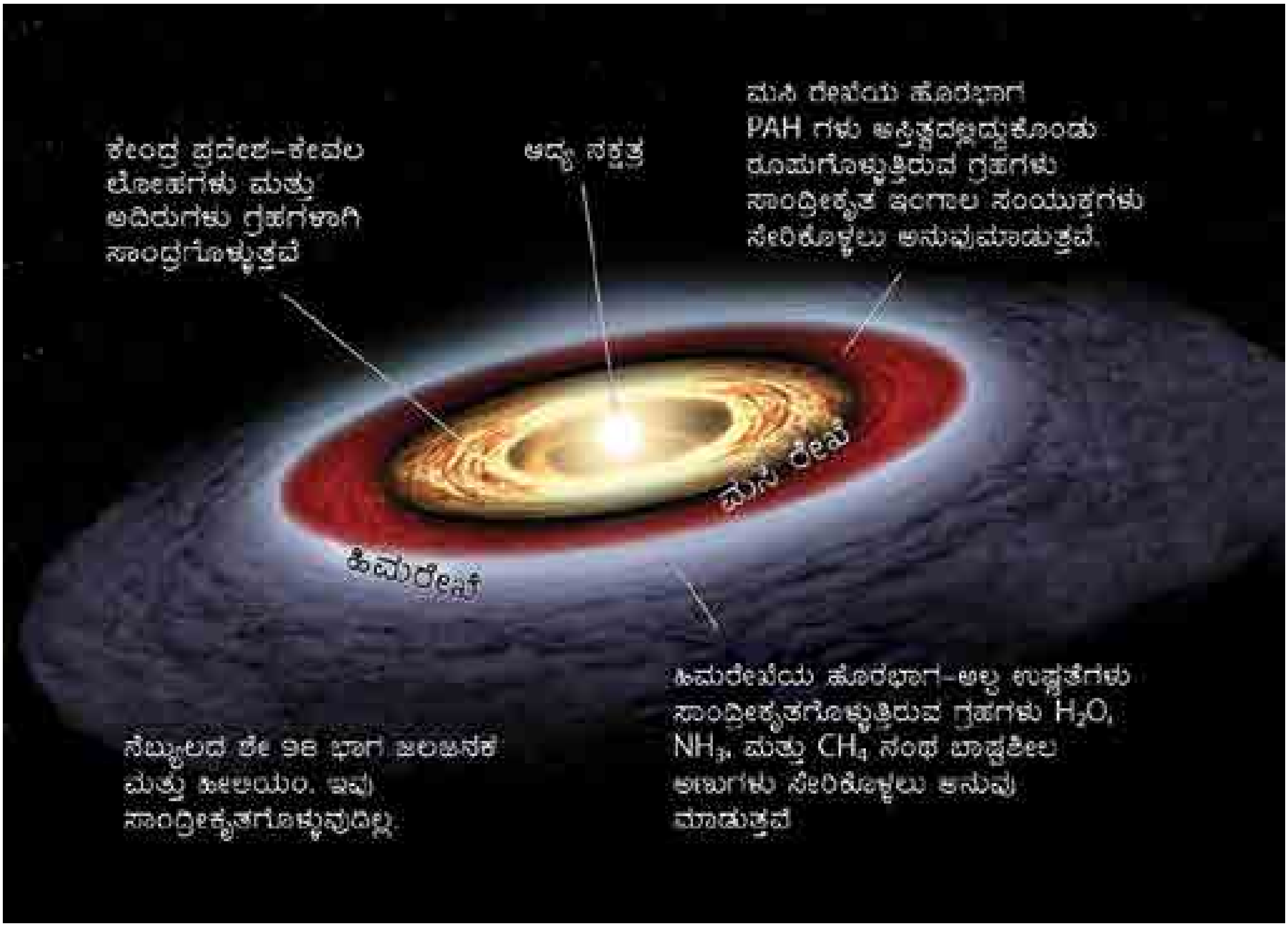
ಚಿತ್ರ 12. ಯಾವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಧಾತು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಸಾಂದ್ರಗೊಳ್ಳುವುದು ಎಂಬುದನ್ನು ಗ್ರಹಪೂರ್ವ ತಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿನ ತಾಪಮಾನಗಳು ನಿರ್ಧರಿಸುವುವು. ಬಹುತೇಕ ಸಂರಚನೆಗೊಂಡ ನವಸೂರ್ಯನ ಸನಿಹದಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಅತ್ಯಧಿಕ ಕರಗುವ ಬಿಂದುವಿನೊಂದಿಗೆ ಭಾರ ಲೋಹಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟ ಹರಳುಗಳು ಘನರೂಪದಲ್ಲಿರಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಈ ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣತೆಯಿಂದಾಗಿ ಶೀತಲ ಭೌತದ್ರವ್ಯಗಳು ಸುಲಭವಾಗಿ ಬಾಷ್ಪರೂಪವನ್ನು ಪಡೆದವು. ಸೂರ್ಯನಿಂದ ದೂರವಿದ್ದಾಗ ಮಾತ್ರ ಅವು ಸಾಂದ್ರೀಕರಣಗೊಂಡು ಘನರೂಪ ಪಡೆಯುವುವು. ಸೂರ್ಯನ ವಿಕಿರಣದಿಂದ ಆದ ಒತ್ತಡವು ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಬಾಹ್ಯವಲಯಕ್ಕೆ ತಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದಿತು. ಬಹುತೇಕ ಮಂಗಳ ಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷೆಯ ಆಚೆಗೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಡುತ್ತಿದ್ದವು. ಗ್ರಹಪೂರ್ವ ತಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿನ ಈ ಭೌತದ್ರವ್ಯಗಳ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಕಡೆಗೆ ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿ ನಾವು ಕಾಣುವ ಒಳ ಭೂಸದೃಶಗ್ರಹಗಳು ಮತ್ತು ಹೊರ ಅನಿಲ ದೈತ್ಯಗಳ ನಡುವಣ ವೈವಿಧ್ಯತೆಗೆ ಕಾರಣವಾಯಿತು.

ಸಿಲಿಕೇಟ್ ಹರಳುಗಳು ಹಾಗೂ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ನಾಟಿಕೊಂಡಿದ್ದ ಲೋಹಗಳ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡ ಜಲಜನಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟ ಮಂಜಿನ ಶಿಲೆಗಳಾಗಿದ್ದವು.

ಅತ್ಯಂತ ಹಗುರ ಧಾತುಗಳಾದ ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಹೀಲಿಯಂ ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಅನಿಲಗಳಾಗಿಯೇ ಉಳಿದವಲ್ಲದೆ ಘನವಸ್ತುವಾಗಿ ಘನೀಭೂತವಾಗದೆಯೇ ಕುಸಿದ ಸೌರನೆಬ್ಯುಲದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲೆಡೆ ಚದರಿದವು. ಈ ಅನಿಲಗಳು ನವಜಾತ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕಿನ ಒತ್ತಡದಿಂದ ಗ್ರಹಪೂರ್ವ ತಟ್ಟೆಯ ಒಳಭಾಗದಿಂದ ಹೊರಭಾಗಕ್ಕೆ ಗಾಳಿಯು ನೌಕೆಯ ಹಾಯಿಯನ್ನು ತಳ್ಳುವಂತೆ ನಿಧಾನಗತಿಯಲ್ಲಿ ದೂಡಲ್ಪಟ್ಟವು. ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಉಂಟಾದ ಈ ಒತ್ತಡವನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ವಿಕಿರಣ ಒತ್ತಡ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಹೀಗೆ ಬಹಳಷ್ಟು ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಹೀಲಿಯಂ ಅನಿಲಗಳು ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಹೊರ ವಲಯದಲ್ಲಿ ನೆಲೆಗೊಂಡವು. ಅಲ್ಲ ಹಿಮಾವೃತ ಸೂಕ್ಷ್ಮಗ್ರಹಗಳು ಇವುಗಳನ್ನು ಅಪಾರ

	ಉದಾಹರಣೆಗಳು	ಪ್ರಾತಿನಿಧಿಕ ಸಾಂದ್ರೀಕರಣ ಉಷ್ಣತೆ	ಸಾಪೇಕ್ಷ ಆಧಿಕ್ಯ (ದ್ರವ್ಯರಾಶಿವಾರು)
ಲೋಹಗಳು	ಕಬ್ಬಿಣ, ನಿಕ್ಕಲ್, ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಂ	1000-1600 K	0.2 %
ಶಿಲೆ	ವಿವಿಧ ಅದಿರುಗಳು	500-1300 K	0.4 %
ಜಲಜನಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು	ನೀರು (H_2O), ಮೀಥೇನ್ (CH_4), ಅಮೋನಿಯಾ (NH_3)	<150 K	1.4 %
ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಹೀಲಿಯಂ ಅನಿಲ	ಜಲಜನಕ ಹೀಲಿಯಂ	ನೆಬ್ಯುಲದಲ್ಲಿ ಸಾಂದ್ರೀಕರಣಗೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ	98 %

ಚಿತ್ರ 13. ಸೌರನೆಬ್ಯುಲದಲ್ಲಿ ಭೌತದ್ರವ್ಯಗಳು: – ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಿಧದ ಉದಾಹರಣೆಯೊಂದಿಗೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಪ್ರಾತಿನಿಧಿಕ ಸಾಂದ್ರೀಕರಣ ಉಷ್ಣತೆಯೊಂದಿಗೆ ಸೌರನೆಬ್ಯುಲದಲ್ಲಿ ದೊರಕುವ ನಾಲ್ಕು ವಿಧದ ಭೌತದ್ರವ್ಯಗಳ ಸಾರಾಂಶ. ಚೌಕಗಳು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಿಧದ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಅನುಪಾತವನ್ನು (ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಪ್ರಕಾರ) ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 14. ಆದ್ಯ ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಅದರ ಸುತ್ತ ಇರುವ ತಟ್ಟೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ಕಲಾಕಾರನ ಕಲ್ಪನೆ.

ಅಧಿಕ ದ್ರವಣ ಬಿಂದುಗಳುಳ್ಳ (Melting point) ಲೋಹಗಳು ಮತ್ತು ಅದಿರುಗಳು ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಒಳಗೆ ಸಾಂದ್ರೀಕೃತಗೊಂಡು ಭೂಸದೃಶ ಗ್ರಹಗಳಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಿರುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ಬಾಷ್ಪಗೊಳ್ಳುವ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಹಿಮರೇಖೆಯಿಂದ ಆಚೆಗೆ ಮಾತ್ರ ಘನಿಭೂತಗೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಗ್ರಹಪೂರ್ವತಟ್ಟೆಯ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಇರುವ ತಾಪಮಾನದ ವ್ಯತ್ಯಾಸದ ದರವು ಭೂಸದೃಶ ಗ್ರಹಗಳ ಮತ್ತು ಅನಿಲ ದೈತ್ಯಗಳ ವಿಭಿನ್ನ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯೋಜನೆಗೆ ಪ್ರಮುಖ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ.

ಕೃಪೆ: © NASA/JPL – Catech

ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿಕೊಂಡು ಕ್ರಮೇಣ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತಾ ಗುರುಗ್ರಹ ಅಥವಾ ಶನಿಗ್ರಹಗಳಂಥ ಅನಿಲ ದೈತ್ಯಗಳಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಿದವು. ಈ ಘಟನಾವಳಿಗಳ ಪ್ರಕಾರ ಈ ಅನಿಲ – ದೈತ್ಯಗಳ ತಿರುಳು ಅತಿಶೀತಲವಾಗಿರಬೇಕೆಂದು ನಾವು ನಿರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತೇವೆ. ಆದರೆ ಇದುವರೆಗೆ ಈ ವಾದ ಊಹಾತ್ಮಕವಾಗಿಯೇ ಉಳಿದಿದೆ. ಗಗನ ನೌಕೆಯಿಂದ ಕೈಗೊಂಡ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳಿಂದ ಗುರು ಅಥವಾ ಶನಿಗ್ರಹಗಳಂಥ ದೊಡ್ಡ ಗ್ರಹಗಳ ಅಂತರ್ಭಾಗವು ಯಾವುದರಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಪತ್ತೆ ಮಾಡುವುದು ಗ್ರಹ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಬಹಳ ಕ್ಲಿಷ್ಟ ಕಾರ್ಯವಾಗಿಯೇ ಮುಂದುವರೆದಿದೆ. ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಹೀಲಿಯಂ ಅನಿಲಗಳ ಕೆಲವು ಭೂಸದೃಶ ಗ್ರಹಗಳಿಂದಲೂ ಸೆಳೆಯಲ್ಪಟ್ಟು ಅವುಗಳ ಪ್ರಾರಂಭಿಕ ವಾತಾವರಣವಾಗಿ ರೂಪುಗೊಂಡವು.

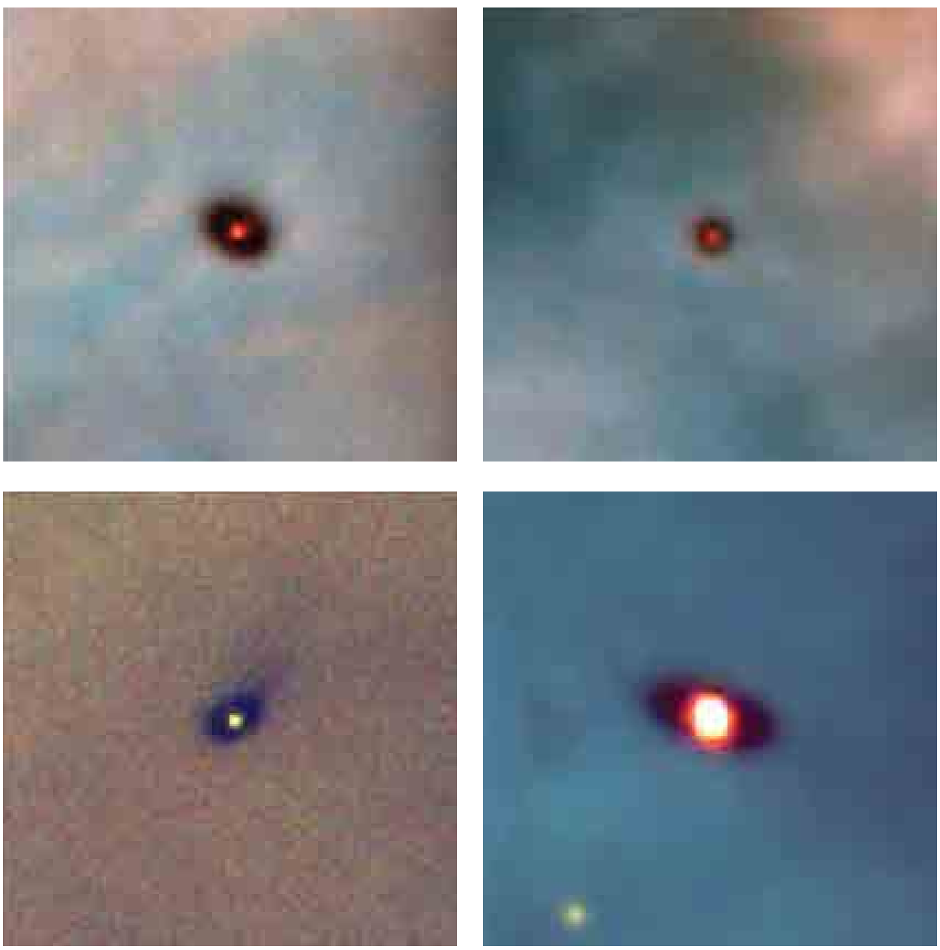
ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯು ಅಂತ್ಯಗೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ಹಲವಾರು ಸೂಕ್ಷ್ಮಗ್ರಹಗಳು ಹೊಸದಾಗಿ ಸಂರಚನೆಗೊಂಡ ಗ್ರಹಗಳ ನಡುವೆ ಚದುರಿಹೋದವು. ಹೀಗೆ ಉಳಿದುಕೊಂಡ ಶೇಷವಸ್ತುಗಳು ಧೂಮಕೇತುಗಳು ಹಾಗೂ ಕ್ಷುದ್ರಗ್ರಹಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಟ್ಟವು. ಅವುಗಳ ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ಘಟಕಗಳು ಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿದ್ದಂತೆಯೇ ಇದ್ದವು. ಅಂದರೆ ಒಳಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿ ಕ್ಷುದ್ರಗ್ರಹಗಳು ಗಟ್ಟಿಶಿಲೆಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದ್ದರೆ ಹೊರ ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿ ಶೀತಲ ನಾಜೂಕಾದ ಧೂಮಕೇತುಗಳಿದ್ದವು. ಶೇಷ ವಸ್ತುಗಳ ಕಕ್ಷೆಗಳು ಗ್ರಹಗಳ ಕಕ್ಷೆಗಳ ಸಮತಲದಲ್ಲಿಯೇ ಇದ್ದು ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಕಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದಿರಬೇಕು. ಆದರೆ ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮಗ್ರಹಗಳು ದೊಡ್ಡ ಗ್ರಹಗಳ ಸನಿಹಕ್ಕೆ ಚಲಿಸಿದಾಗ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಗಳು ಅವುಗಳ ಕಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಅನಿಯಂತ್ರಿತವಾಗಿ ತತ್ತರಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿದ್ದಿರಬೇಕು– ಕವೆಗೋಲಿನಿಂದ ಎಸೆದ ಗೋಲಿಯಂತೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮಗ್ರಹಗಳು ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಎಲ್ಲೆಯಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಂಡು ಹೋಗಿದ್ದಿರಬೇಕು. ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಒಳಕ್ಕೂ ಹೊರಕ್ಕೂ ಕೊಂಡೊಯ್ಯುವಂಥ ಅತಿ ದೀರ್ಘಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಂಡವು. ಮತ್ತೊಂದೆಡೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಮಟ್ಟದ ಅಧಿಕತರ ಭೌತದ್ರವ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದ ಗ್ರಹಗಳು

ಇಂತಹ ಸಮಾಗಮದಿಂದ ವಿಚಲಿತವಾಗದೆ ಕಟ್ಟಕಡೆಗೆ ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ನೆಲೆಗೊಂಡವು.

ಬಹುದೂರದ ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರ

ಸೌರವ್ಯೂಹ (ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಗ್ರಹವ್ಯೂಹ) ಸಂರಚನೆಯ ಈ ವಿವರಣೆಗೆ **ನೆಬ್ಯೂಲಾದ ಅನುಮಾನಿತ ಸಿದ್ಧಾಂತ (Nebular Hypothesis)** ಎನ್ನುವರು. ತರ್ಕವನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ವಸ್ತು ವಿಷಯವನ್ನು ಕುರಿತು ಸೂಚಿಸಿದ ವಿವರಣೆಗೆ ಅನುಮಾನಿತ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಎನ್ನುವರು. ಇದು ಒಂದು ಸಿದ್ಧಾಂತವಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಇದರ ಎಲ್ಲಾ ಅಂಶಗಳನ್ನು ರುಜುವಾತು ಪಡಿಸಿರುವುದಿಲ್ಲ ಅಥವಾ ಇದು ಹಾರಿಕೆಯ ಊಹೆಯೂ ಅಲ್ಲ. 18ನೇ ಶತಮಾನದ ಅಂತ್ಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರಪ್ರಥಮವಾಗಿ ಬಲು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಮಂಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಇದು ಕಾಲಕಾಲಕ್ಕೆ ಬಹಳ ಪರಿಷ್ಕೃತಗೊಳ್ಳುತ್ತಾ ಪುನಾರಚನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತಲೇ ಬಂದಿದೆ. ಈ ಕಾರ್ಯವು ಗ್ರಹಸಂರಚನಾ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಹೊಸ ರೀತಿಯ ಒಳನೋಟಗಳನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ನಡೆದಿದೆ.

ಈ ನೆಬ್ಯೂಲಾದ ಅನುಮಾನಿತ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಎಷ್ಟು ಅಂಶಗಳು ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರಗಳಿಂದ ಪ್ರಮಾಣೀಕರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ ಎಂದು ಯಾರಾದರೂ ಪ್ರಶ್ನಿಸಬಹುದು. ಈಗಾಗಲೇ ಹೇಳಿದಂತೆ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಹುಟ್ಟು ನಮಗೆ ನಿಲುಕದ ಗತಕಾಲದ ಒಂದು ಘಟನೆಯಾಗಿದೆ. ಈ ಘಟನೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ನೇರ ನಿಲುಕು ನಮಗಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಈ ನಮ್ಮ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಸಂರಚನೆಗೆ ಕಾರಣೀಭೂತವಾದ ಶಕ್ತಿಗಳೂ ವಿಶ್ವದ ಬೇರೊಂದು ಕಡೆ ಸಕ್ರಿಯವಾಗಿರಬಹುದು ಎಂದು ಅಂಗೀಕರಿಸಿದರೆ ಅದು ತರ್ಕ ಸಮ್ಮತವೇ ಆಗಿದೆ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಈ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿಯೂ ಸಹ ಇತರ ನವಜಾತ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸುತ್ತ ಕೆಲವು ಗ್ರಹಮಂಡಲಗಳು ರೂಪುಗಳ್ಳುತ್ತಾ ಇರಲೇಬೇಕು! ಆಕಾಶಗಂಗೆಯೊಳಗಿನ ನಕ್ಷತ್ರ ಸಂರಚನಾ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಅತ್ಯಧಿಕ ಪೃಥಕ್ಕರಣವುಳ್ಳ ಛಾಯಾಗ್ರಹಣದ ನೆರವಿನಿಂದ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಗ್ರಹಮಂಡಲಗಳ ಉಗಮದ ಹಲವು ನಿದರ್ಶನಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಹಿಂದೆ ವಿವರಿಸಲಾದ (**ಚಿತ್ರ. 4a** ನೋಡಿ) ಒರಿಯಾನ್ ನೆಬ್ಯುಲ ಇದರ ಹಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಇದರ ವಿಶಾಲ ಅನಿಲರಾಶಿಗಳ ಒಳಗೆ ಸೇರಿಕೊಂಡಂತೆ ಸಹಸ್ರಾರು ನವಜಾತ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿವೆ. ಅಂತರ್ನಕ್ಷತ್ರೀಯ ಅವಕಾಶದಲ್ಲಿರುವ ಅನಿಲ ಮೋಡಗಳಲ್ಲಿನ ಸಾಂದ್ರಚೂರುಗಳು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಕುಸಿದು ಅವುಗಳಿಂದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಎಂಬ ಈ ವಾದವನ್ನು ಇಂತಹ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳು ಪ್ರಬಲವಾಗಿ ಪುಷ್ಟೀಕರಿಸುತ್ತವೆ. ಇಂದು ನಮಗೆ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯೊಳಗೆ ಇಂತಹ ನೂರಾರು ನಕ್ಷತ್ರ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಅಥವಾ ನಕ್ಷತ್ರೀಯ ನರ್ಸರಿಗಳ ಬಗೆಗೆ ತಿಳಿದಿದೆ. ಒರಿಯಾನ್ ನೆಬ್ಯುಲದಲ್ಲಿರುವ ಕೆಲ ನವಜಾತ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ತಮ್ಮ ಸುತ್ತ ವಿಸ್ತಾರಗೊಂಡ ತಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ ಎಂಬ ಅಂಶವನ್ನು ಹಬಲ್ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪ್ ತನ್ನ ಅಧಿಕ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವುಳ್ಳ



ಚಿತ್ರ 15. ಒರಿಯಾನ್ ನೆಬ್ಯುಲದಲ್ಲಿನ ಯುವನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸುತ್ತ ಇರುವ ಗ್ರಹ ಪೂರ್ವ ತಟ್ಟೆಗಳ ನಾಲ್ಕು ಉದಾಹರಣೆಗಳು: ಪ್ರತಿ ಚಿತ್ರದ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ಉಜ್ವಲ ವಸ್ತು ಒಂದು ನವಜಾತ ನಕ್ಷತ್ರ (ಪ್ರೊಟೊಸ್ಟಾರ್). ಇದನ್ನು ಸುತ್ತುವರೆದಂತೆ ಚಾಚಿಕೊಂಡಿರುವ ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ತಟ್ಟೆಯಿದ್ದು ಕಡೆಗೆ ಇದು ಗ್ರಹಗಳು, ಕ್ಷುದ್ರಗ್ರಹಗಳು ಮತ್ತು ಧೂಮಕೇತುಗಳ ಉಗಮಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದು.
Credits: © STScI / NASA and ESA.



ಚಿತ್ರ 16. ಒರಿಯಾನ್ ನೆಬ್ಯುಲದಲ್ಲಿನ ನವಜಾತ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ವಿವಿಧ ರೂಪ. ಒರಿಯಾನ್ ನೆಬ್ಯುಲಾದಲ್ಲಿ ಈಗಲೂ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರ ಮತ್ತು ಗ್ರಹ ಸಂರಚನಾ ಕ್ರಿಯೆಯ ಸಹಸ್ರಾರು ಉದಾಹರಣೆಗಳಿವೆ. ಗಮನಿಸಿ ನೋಡಿದಾಗ ಕೆಲವು ಯುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸುತ್ತ ಇರುವ ಗ್ರಹಪೂರ್ವ ತಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಕಾಣುವಿರಿ.

Credits: © NASA/ESA and L.Ricci (ESO).

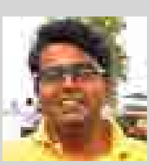
ಕ್ಯಾಮೆರಾಗಳ ನೆರವಿನಿಂದ ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಿದೆ (**ಚಿತ್ರ 15** ಮತ್ತು **16** ನೋಡಿ). ಈ ಗ್ರಹಪೂರ್ವ ತಟ್ಟೆಗಳು 100 ಅಸ್ಟ್ರನಾಮಿಕಲ್ ಯೂನಿಟ್(AU)ಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಅಧಿಕ ಉದ್ದದ ತ್ರಿಜ್ಯಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. (ಒಂದು ಅಸ್ಟ್ರನಾಮಿಕಲ್ ಯುನಿಟ್ ಅಥವಾ AU ಅಂದರೆ ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ನಡುವೆ ಇರುವ ದೂರ, ಸರಿಸುಮಾರು 150 ದಶಲಕ್ಷ ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳು). ಒಂದು ಪಕ್ಷ ಕಾಲವನ್ನು 4–5 ಶತಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಒಯ್ಯಲು ನಮಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದ್ದಿದ್ದರೆ ನಮ್ಮ ಸೌರವ್ಯೂಹವು ಕೆಲವು ನೂರು ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ದೂರದಿಂದ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದರಂತೆ ತೋರಿಬರುತ್ತಿತ್ತು.

ನೆಬ್ಯೂಲಾದ ಅನುಮಾನಿತ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ತರ್ಕಬದ್ಧಗೊಳಿಸಲು ಮಾಡಬೇಕಾದ ಒಂದು ಮುಖ್ಯ ಅಂಶವೆಂದರೆ ಇತರ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸುತ್ತ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ರೂಪುಗೊಂಡ ಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು. 1990ರ ದಶಕದಿಂದ ಈಚೆಗೆ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇತರ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸುತ್ತ ನಿಯತಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಗ್ರಹವ್ಯೂಹಗಳನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯುತ್ತಲೇ ಇದ್ದಾರೆ. ಈ ಸೌರಾತೀತ ಗ್ರಹಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆಯನ್ನು (ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ಎಕ್ಸೊಪ್ಲಾನೆಟ್ಸ್) ಹಲವು ವಿವಿಧ ತಂತ್ರಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಸದ್ಯದಲ್ಲಿ ಈ ತಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಅತಿ ಫಲಪ್ರದವಾಗಿರುವ ತಂತ್ರವೆಂದರೆ ತಮ್ಮ ಆತಿಥೇಯ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಗುರು ಮತ್ತು ಶನಿ ಗ್ರಹಗಳಷ್ಟು ದೊಡ್ಡ ಗಾತ್ರದ ಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚುವುದು. ಇತ್ತೀಚೆಗಷ್ಟೆ ಈ ತಂತ್ರವು ಸಣ್ಣ ಗ್ರಹಗಳನ್ನು, ಆದರೂ ಭೂಮಿಯ ಕೆಲವು ಪಟ್ಟು ಅಧಿಕ ಗಾತ್ರದ ಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚುವಷ್ಟರ ಮಟ್ಟಿಗೆ, ಸಂಕೀರ್ಣತೆಯನ್ನು ತಲುಪಿದೆ. ಖಗೋಳ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಇಂತಹ ಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಅತಿಶಯ ಭೂಮಿಗಳು (ಸೂಪರ್ ಅರ್ಥ್ಸ್) ಎನ್ನುವರು. ಸೂರ್ಯನಂತಹ ನಕ್ಷತ್ರದ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಭೂಮಿಯ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಭೌತದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಗ್ರಹದ ಅನ್ವೇಷಣೆಯನ್ನು ನಾವು ಮಾಡಬೇಕಾಗಿದೆ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಅದು ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಬರುವ ಉಷ್ಣವು ಜೀವರಾಶಿಗಳು ಬದುಕುವುದಕ್ಕೆ ಪೂರ್ವಾಪೇಕ್ಷಿತವಾದ ದ್ರವರೂಪದ ಜಲವು ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿರಲು ಎಷ್ಟು ಅಂತರವಿರಬೇಕೋ ಅಷ್ಟು ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಅದು ಇರಬೇಕು. ಅಂತಹ ಗ್ರಹವೊಂದು ನಿಜಕ್ಕೂ ಇದ್ದರೆ ಸೌರಾತೀತ ಗ್ರಹ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಆಗುತ್ತಿರುವ ತೀವ್ರಗತಿಯ ವಿಕಾಸದ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ಕಾಯುವುದು ಬೇಕಾಗಿಲ್ಲವೇನೋ.

ಹೀಗೆ ನಮ್ಮ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಹುಟ್ಟಿನ ಬಗೆಗೆ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಉತ್ತಮ ಆಶಾಭಾವನೆ ಕೇವಲ ಸೂರ್ಯನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣದ ಎಲ್ಲೆಯೊಳಗೆ ಇರುವ ವಸ್ತುಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ನೆಲೆಗೊಳ್ಳದೆ ನಮ್ಮಿಂದ ಬಹುದೂರವಿರುವ ವಿಶ್ವಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆಯನ್ನು ಆಧರಿಸಿದೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಬಹುದೂರಕ್ಕೆ ನಮ್ಮ ದೃಷ್ಟಿಯನ್ನು ಬೀರುವುದರ ಮೂಲಕ ನಮ್ಮದೇ ಹುಟ್ಟಿನ ಬಗೆಗೆ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಹುಡುಕುವ ಒಂದು ಹಾದಿಯಲ್ಲಿದ್ದೇವೆ.

ಆಧಾರ ಗ್ರಂಥಗಳು:

1. A Lunar and Planetary Institute designed activity for the classroom to help students understand the sequence of events in the formation of the solar system- http://www.lpi.usra.edu/education/timeline/activity/.
2. A short video that takes one through the formation of the solar system - https://www.stem.org.uk/elibrary/resource/26893.
3. This page from the Big History Project has a wonderful timeline on the formation of the solar system - https://www.bighistoryproject.com/home. Look under the link "Earth &The Solar System".
4. This page from the University of Colorado has several activities, appropriate for students from classes 4 – 8, to help understand the solar system - http://lasp.colorado.edu/education/outerplanets/solsys_planets.php.



ಆನಂದ್ ನಾರಾಯಣನ್ ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್ಸಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಸ್ಪೇಸ್ ಸೈನ್ಸ್ ಆಂಡ್ ಟೆಕ್ನಾಲಜಿ ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಖಭೌತವಿಜ್ಞಾನ (Astrophysics) ವನ್ನು ಬೋಧಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಯು ಬ್ಯಾರಿಯಾನಿಕ್ ದ್ರವ್ಯವು ಆಕಾಶಗಂಗೆಯಿಂದ ಹೊರಗೆ ಅಗಾಧ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ವಿತರಣೆಗೊಂಡಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಕುರಿತದ್ದಾಗಿದೆ. ಅವರು ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ಮತ್ತು ಸಾರ್ವಜನಿಕ ವಿಸ್ತರಣಾ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಗೆ ನಿಯಮಿತ ಕೊಡುಗೆ ನೀಡುತ್ತಾರೆ. ಅವರು ಪ್ರವಾಸ ಕೈಗೊಳ್ಳುವುದು ಮತ್ತು ದಕ್ಷಿಣ ಭಾರತದ ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸುವುದರಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆ.

ಅನುವಾದ: ಬಿ.ಎಂ.ಚಂದ್ರಶೇಖರ್ **ಪರಿಶೀಲನೆ**: ಜೈಕುಮಾರ್ ಮರಿಯಪ್ಪ